



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0068943
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 11월 07일
Date of Application
NOV 07, 2002

출원인 : 엘지전선 주식회사
Applicant(s)
LG Cable Ltd.

REC'D 27 JUN 2003

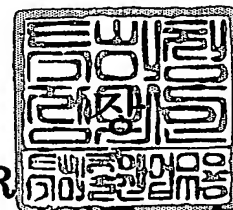
WIPO PCT



2003 05 월 30 일

특 허 청

COMMISSIONER



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.07
【발명의 명칭】	수정된 화학기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Method of Manufacturing an Optical Fiber Preform by MCVD
【출원인】	
【명칭】	엘지전선 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000283-2
【대리인】	
【성명】	최용원
【대리인코드】	9-1998-000658-1
【포괄위임등록번호】	2001-018764-9
【대리인】	
【성명】	이상용
【대리인코드】	9-1998-000451-0
【포괄위임등록번호】	2001-018766-3
【대리인】	
【성명】	김상우
【대리인코드】	9-2000-000210-2
【포괄위임등록번호】	2001-018768-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍춘근
【성명의 영문표기】	HONG, CHOON KEUN
【주민등록번호】	721208-1038025
【우편번호】	120-122
【주소】	서울특별시 서대문구 남가좌2동 345-4 미라보아파트 707호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강병윤
【성명의 영문표기】	KANG, BYUNG YOON
【주민등록번호】	700919-1341915

【우편번호】	435-705
【주소】	경기도 군포시 광정동 세종아파트 647동 404호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이동욱
【성명의 영문표기】	LEE, DONG WOOK
【주민등록번호】	720930-1106414
【우편번호】	435-010
【주소】	경기도 군포시 당동 749-1 금융 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강병철
【성명의 영문표기】	KANG, BYUNG CHUL
【주민등록번호】	741228-1929713
【우편번호】	702-752
【주소】	대구광역시 북구 감단동 유성아파트 105동 203호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 최용원 (인) 대리인 이상용 (인) 대리인 김상우 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	4 면 4,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	16 항 621,000 원
【합계】	654,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 수정된 화학기상 증착 방법에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법에 있어서, 클래딩/코어 증착층이 형성되어 있는 광섬유 모재 튜브 내부의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 덩을 최소화 또는 제거하기 위해, 마지막 붓과 직전에 식각가스를 튜브 내로 주입하는 식각과, 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붓과를 동시에 실시하는 방법이 개시된다.

본 발명에 의하면, 굴절을 분포에 있어서의 인덱스 덩 현상을 최소화하거나 제거할 수 있고, 이로 인하여 광특성 특히 대역폭이나 편광모드분산을 향상시킬 수 있다.

【대표도】

도 2

【색인어】

광섬유 모재, 붓과, 식각, 인덱스 덩, 인덱스 피크

【명세서】

【발명의 명칭】

수정된 화학기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조 방법{Method of Manufacturing an Optical Fiber Preform by MCVD}.

【도면의 간단한 설명】

본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1a는 종래의 MCVD 공법에 따라 광섬유 모재를 제조하는 공정이 수행되는 과정을 나타낸 흐름도,

도 1b는 본 발명의 MCVD 공법에 따라 광섬유 모재를 제조하는 공정이 수행되는 과정을 나타낸 흐름도,

도 2는 MCVD 공법에서의 증착 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 3은 MCVD 공법에서의 붕괴 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 4a는 종래의 MCVD 공법에서의 식각 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 4b는 본 발명의 바람직한 일실시예에 따라 식각 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 5는 MCVD 공법에서의 마지막 붕괴 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 6은 MCVD 공법에서의 인선 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도,

도 7은 종래 기술에 의한 붕괴 공정 후 광섬유 모재 내부에 발생하는 인덱스 딥 (Index Dip)을 나타내는 도면,

도 8은 종래 기술에 의한 붕괴 공정 후 광섬유 모재 내부에 발생하는 인덱스 피크 (Index Peak)를 나타내는 도면,

도 9는 종래 기술에 의한 붕괴 공정 후 광섬유 모재의 굴절을 분포를 보여주는 도면,

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 광섬유 모재의 굴절을 분포를 보여주는 도면이다.

<도면의 주요 참조부호에 대한 설명>

- | | | |
|-------------|-------------|---------|
| 1: 반응기체 | 2: 석영튜브 | 3: 잔류가스 |
| 4: 소결된 증착층 | 5: 입자 증착층 | 6: 토치 |
| 7: 토치 진행 방향 | 8: 코아층 | 9: 클래드층 |
| 10: 인선 방향 | 11: 인선된 광섬유 | 12: 퍼니스 |
| 13: 식각가스 | | |

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<20> 본 발명은 수정된 화학 기상 증착 방법에 의해 광섬유를 제조하는 방법에 관

한 발명으로서, 공정 특성상 발생할 수 밖에 없는 인덱스 딥(Index dip)을 제거하여, 최종 제품인 광섬유의 광특성을 크게 향상 시키기 위한 방법으로서 특히, 다중모드 광섬유의 경우 다른 부자재 없이 기가급 전송이 가능하도록 하는 방법에 관한 것이다.

<21> 도 1a는 종래의 MCVD 공법에 따라 광섬유 모재를 제조하는 공정을 도시한 흐름도이다.

<22> 일반적으로 광섬유 모재는 증착공정(100)과 붕괴 공정(200 ~ 400)을 거쳐 제조되는데, 상기 붕괴 공정은 더 자세하게는 붕괴단계(200)와, 식각단계(300) 및 마지막 붕괴단계(400)로 구성된다.

<23> 광섬유 모재를 제조하기 위한 방법으로는 공지되어 있는 바와 같이 크게 외부증착법과 내부증착법 두 가지로 나눌 수가 있다.

<24> 여기서, 특히 내부증착법은 튜브 내부에 MCVD(Modified Chemical Vapor Deposition)와 같은 기법을 통해 SiCl_4 , GeCl_4 , POCl_3 등의 반응기체와 함께 He, O_2 를 주입하고, 토치(Torch)를 이용하여 튜브를 가열하여 튜브 내부에서 열산화반응으로 인한 증착이 이루어지도록 하여 클래딩 및 코어를 형성시킨다.

<25> 상기와 같은 과정으로 클래딩과 코어가 형성되었을 때 튜브 내에는 빈 공간이 존재하게 되므로, 외부에서 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴(Collapse) 과정을 거치게 된다.

<26> 한편, 이러한 붕괴 과정에서는 코어 증착이 완성된 튜브를 증착시보다 더 높은 고온($2000 \sim 2400^\circ\text{C}$)으로 가열하게 되어 코어 내 첨가물 중 하나인 GeO_2 의 휘발이 발생하게 된다.

- <27> 이에 따라, 증착된 코어의 안쪽 표면에서는 GeO_2 의 농도가 감소하여 도 7에서 보는 바와 같이, 코어 중심에서 굴절률이 낮아지는 인덱스 덩이 발생하게 된다. 때로는 휘발된 GeO 가스가 가열 열원의 전방에 GeO_2 로 다시 재응축, 코어 내부로 확산하게 되어, 도 8에서 보는 바와 같이, 결국 코어 중심에서 다시 굴절률이 재상승하는 인덱스 피크가 발생하기도 한다.
- <28> 인덱스 덩이와 인덱스 피크, 그리고 이로 인한 굴절률의 축방향 불균일성은 싱글모드에서는 마이크로벤딩에 의한 손실 증가와 굴절률의 비대칭에 따른 잠재응력으로 인하여 PMD 특성이 나빠질 수 있고, 다중모드에서는 대역폭을 현저하게 감소시킬 수 있다.
- <29> 그러므로, 이러한 낮은 굴절률을 갖는 부분을 식각시키기 위하여 식각 가스를 주입하여 흘려주는 식각공정(300)을 2회 정도 반복한 후, 내부의 홀을 없애고 석영봉 형태로 만드는 마지막 봉피과정(400)을 거쳐 광섬유 모재를 제조하게 된다.
- <30> 도 4a는 상기 식각 공정이 수행되는 모습을 보여주는 단면도인데, HF 나 불소 화합물 등의 식각 가스를 주입시켜, 낮은 굴절률을 갖는 부분을 식각시키게 된다.
- <31> 도 5는 마지막 봉피가 수행되는 모습을 보여주는 단면도인데, 이로써 튜브 내부의 빈 공간은 완전히 채워져서 석영봉 형태의 광섬유 모재가 완성되게 되고, 도 6과 같이 인선 공정을 거쳐 최종 광섬유가 제조되게 된다.
- <32> 그러나, 마지막 봉피 과정에서도 고온에 의한 GeO_2 의 휘발은 발생될 수 있으므로 이를 최대한으로 방지할 수 있도록 마지막 봉피 직전의 튜브 내부의 표면적을 최소화하는 것이 바람직하다. 즉, 봉피 과정(200) 후 코어 중심부의 인덱스 덩이를 최소화하기 위해서 내경을 작은 값으로 유지해 주는 것이 바람직하다.

<33> 그러나, 붕괴(200) 후 내경을 작게 만들어 주더라도, 식각과정(300)을 수행하면서 내부 유압으로 인하여 튜브의 내경은 커지게 되어 GeO_2 의 휘발을 최소화 또는 방지하는 것에는 한계가 있다.

<34> 그러므로, 인덱스 딥을 최소화하기 위해서 붕괴과정(200)이 끝났을 때 작은 내경을 가질 수 있게 노력을 하고, 낮은 굴절율을 갖는 부분을 식각시키기 위한 식각과정을 수행하더라도 여전히 인덱스 딥 현상이 최소화되거나 제거되지 않는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<35> 본 발명은 상기와 같은 점에 착안하여 착안된 것으로서, 인덱스 딥 현상을 최소화 또는 제거하는 광섬유 모재 제조 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 수정된 화학기상 증착 방법에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법은, 수정된 화학기상 증착 방법에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법에 있어서, 클래딩/코어 증착층이 형성되어 있는 광섬유 모재 튜브 내부의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 딥을 최소화 또는 제거하기 위해, 상기 튜브 응축하여 석영봉 형태로 만드는 마지막 붕괴 단계 직전에 식각가스를 튜브 내로 주입하는 식각과, 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴를 동시에 실시하는 식각 및 붕괴 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<37> 바람직하게는, 상기 식각가스는 O_2 와 C_2F_6 의 혼합가스를 사용하고, C_2F_6 에 대한 O_2 의 유량인 유량비가 2.5 ~ 30인 것을 특징으로 한다.

- <38> 또한, 본 발명은 상기 튜브의 내경을 마지막 붕괴 단계 직전에 2 ~ 4 mm 중 어느 일정한 값으로 유지하면서 마지막 붕괴 직전에 식각가스를 튜브 내로 주입하는 식각과 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴를 동시에 실시하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법도 개시하고 있다.
- <39> 상기와 같은 본 발명에 의하면, 최종 광섬유 또는 광섬유 모재의 굴절을 분포에 있어서의 인덱스 딥 현상을 최소화하거나 제거할 수 있고, 이로 인하여 대역폭 감소 및 광특성 저하를 방지할 수 있다. 특히, 기가비트 이더넷용 멀티모드 광섬유의 제조를 위해서는 코어 중심부의 인덱스 딥 제거가 필수적이다.
- <40> 기가비트 이더넷용 멀티모드 광섬유란 기존 멀티모드 광섬유의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 딥을 제거하고, 굴절을 분포를 미세 제어한 광섬유 제품군으로서, 광원으로 레이저를 사용하는 시스템에 최적화된 광섬유 제품군을 통칭한다. 즉, 기가비트급 광전송을 위해서는 기존의 광섬유에 사용되는 광원인 LED(Light Emitting Diode)와는 달리, 그보다는 작은 빔폭(Beam spot size)을 가지는 FP-LD(Fabry-Perot Laser Diode)나 VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)과 같은 광원을 사용하게 되므로, 이러한 광원에 최적화되도록 기존 광섬유의 굴절을 분포를 더욱 미세하게 조절하는 것은 물론, 코어 중심의 인덱스 딥을 제거하여 제한모드 여기 방식(Restricted Mode Launching) 대역폭(Bandwidth)을 향상시킬 것이 특히 요구된다.
- <41> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- <42> 먼저, 도 1b는 본 발명의 MCVD 공법에 따라 광섬유 모재를 제조하는 공정이 수행되는 과정을 나타낸 흐름도이다.

- <43> 도면을 참조하면, 본 발명에 의한 광섬유 모재 제조과정은 증착과정(100)과, 붕괴과정(200)과, 식각 및 붕괴과정(300a) 및 마지막 붕괴과정(400)으로 구성된다.
- <44> 도 2에서 나타낸 바와 같이, 증착공정은 석영 튜브(2) 안으로 SiCl_4 , GeCl_4 , POCl_3 , He, O_2 등의 반응기체(1)를 주입하고, 튜브의 축방향으로 천천히 이송하는 토치(6)를 이용하여 튜브 외부를 가열한다.
- <45> 여기서, 상기 토치(6)의 형태는 다양하게 변형될 수 있으며, 예컨대 산소-수소 토치를 비롯하여 플라즈마 토치 등 다양한 가열수단이 채용될 수 있다.
- <46> 또한, 토치를 기준으로 튜브를 이송시키도록 공정이 구성될 수도 있거니와, 튜브를 회전시키지 않고 토치의 구조를 링형으로 하여 튜브를 둘러싸며 가열하도록 구성될 수도 있음은 물론이다.
- <47> 튜브 내부를 흐르던 반응기체는 가열되어, 토치 근처에 이르러 반응 온도에 도달하고, 산화 반응으로 인하여 미세한 실리카 입자들이 생성되게 된다.
- <48> 생성된 입자들은 상대적으로 온도가 낮은 토치 전방의 튜브 내벽면에 증착되고, 토치가 튜브 전체를 한번 이송함에 따라 한층의 입자 증착층(5)을 얻게 되는데, 원하는 광섬유의 굴절을 분포를 갖기 위해서는 각층마다 반응기체의 조성을 변화시켜 가면서 상기 과정을 수십 번 반복하여 코어 증착을 완성하게 된다.
- <49> 상기 공정을 통해 코어 증착이 이루어진 석영 튜브는 도 3에 도시된 바와 같이, 외부에서 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴 공정(200)을 다음과 같이 거치게 된다.
- <50> 클래딩(9)/코어(8) 증착층이 형성된 석영 튜브는 원주방향으로 바람직하게는 32 rpm의 속도로 등속회전시킨 상태에서, 튜브의 길이방향을 따라 바람직하게는 34 ~ 40

mm/s의 속도로 이송시키는 토치에 의해, 그 외주면이 증착온도 이상($2000 \sim 2400^{\circ}\text{C}$)으로 가열되게 된다.

<51> 이와 같은 고온에서 석영 튜브는 내외벽이 둘다 연화온도(1600°C)에 이르게 되며, 튜브 내외벽의 압력 차이와 표면장력으로 인하여 튜브 내경 방향으로 점성유동이 발생하게 되어 튜브의 내경 및 외경은 점점 줄어들게 된다. 붕괴 공정에서 표면장력은 온도에 따라 미세하게 작아지기는 하나, $200 \sim 400 \text{ dyne/cm}$ 의 값 중 상수값을 취하는 것이 일반적이다.

<52> 증착된 상태의 속이 빈 모재를 붕괴시키기 위해서는 표면장력과 튜브내/외부의 압력차를 이용한다. 붕괴율은 붕괴 공정 시간과 반비례한다. 그리고, 붕괴율은 (내외부압력차+표면장력)/(튜브의 점성도)에 비례한다. 하지만, 광섬유 특성을 저하시키는 주요인인 비원을 또한 동일하게 (내외부압력차+표면장력)/(튜브의 점성도)에 비례하기 때문에 붕괴 공정시간을 최대한 줄이면서 비원율이 작은 모재를 얻기 위해서는 적절한 압력차 및 튜브 점성력을 선택해야 한다. 튜브점성력은 온도에 대해 지수함수적으로 변화하고, 튜브온도는 가열시간에 영향을 받는다. 따라서, 토치의 가열온도와 진행속도, 튜브의 회전속도 등에 영향을 받는 튜브 표면온도 그리고 튜브 내부의 압력을 설정해야 한다.

<53> 본 발명에서의 가열열원의 진행 속도는 $34 \sim 40 \text{ mm/s}$ 를 유지하는 것이 바람직하며, 석영튜브의 회전 속도는 증착시 회전속도 $60 \sim 80 \text{ rpm}$ 보다는 느린 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 $20 \sim 30 \text{ rpm}$ 으로 설정한다.

<54> 이렇게 해서, 튜브 표면온도를 바람직하게 $2000 \sim 2400^{\circ}\text{C}$ 를 유지하도록 한다.

- <55> 다음으로, 튜브 내외부의 압력차, 즉 튜브 내부의 온도나 유체흐름으로 인한 압력과 튜브 외부에서 가해지는 토치 불꽃압력의 차이가 일정하게 유지되도록 튜브 내부 유량을 조절하여 튜브에 가한다.
- <56> 여기서, 상기 튜브 내부 유량을 조절하기 위한 물질로는 산소(O_2)가 가장 일반적이다. 또한, 가열을 위해 사용되는 토치에 의해서도 압력이 발생하게 되며, 상기 토치 불꽃 압력은 토치의 형태와 가스 흐름속도 등의 인자를 포함하는 함수로 결정된다.
- <57> 단일모드 광섬유 모재에 비해 상대적으로 점도가 적은 다중모드 광섬유 모재에서는 튜브 내부에 바람직하게, 0 ~ 10 mmWC 정도의 작은 양압을 인가하여 모재 기하구조의 변형에 영향을 주지 않으며 붕괴가 촉진되도록 하는 것이 바람직하며, 단일모드 광섬유 모재인 경우에는 신속한 붕괴를 위해 음압을 인가하는 것이 바람직하다.
- <58> 여기서, 본 발명에 따라 붕괴 속도의 감소를 방지하기 위해 튜브 내부에 열확산 계수(Thermal Diffusivity)가 다른 물질에 비해 상대적으로 높은 불활성 가스(Inert gas)를 유입시켜 튜브 내·외부의 온도차를 최소화하는 것이 바람직하다. 이러한 가스의 예로는 He(헬륨)이나 Ar(아르곤)을 들 수 있을 것이다.
- <59> 이러한 작업을 수회 반복하여 어느 정도 원하는 튜브의 내경 및 외경을 얻은 후에는 식각 및 붕괴 단계(300a)를 거치게 된다.
- <60> 붕괴 공정의 횟수는 그 수가 줄어들수록 튜브가 비원형으로 변형될 가능성이 크기 때문에 붕괴 시간의 최소화와 광섬유 모재 형상의 안정성을 고려하여 적절한 횟수를 설정하여야 하는데, 본 발명의 바람직한 실시예에서는 총 붕괴 공정 횟수를 6회로 하였다.

- <61> 이 바람직한 실시예에 따르면, 붕괴단계는 1회에서 4회까지이며, 5회는 식각 및 붕괴단계이며, 6회는 마지막 붕괴단계에 해당될 것이다.
- <62> 1회부터 4회까지의 튜브 내에 유입되는 가스 중 산소의 유량은 1.2 ~ 2.4 slpm이 바람직하며, 한번의 붕괴 공정에서 갑작스런 외경의 감소는 최종 광섬유 모재의 비원율을 증가시켜 PMD 등의 광섬유 특성을 저하시키므로 서서히 줄여나가는 것이 바람직하다.
- <63> 특히, 식각 및 붕괴과정(300a)에서는 2.5 ~ 4.5 mm/s의 붕괴율을 유지하는 것이 바람직하다.
- <64> 식각 및 붕괴과정(300a)은 상기 붕괴과정 중에 고온에 의한 GeO_2 의 휘발로 인하여 농도가 감소된 코어 중심부의 낮은 굴절률을 갖는 부분을 식각시키기 위하여 식각 가스를 흘려주는 동시에 튜브의 내경을 줄이는 붕괴과정을 동시에 진행시킨다.
- <65> 식각 공정에 사용되는 식각가스는 HF(Hopland, 1978, Electron. Lett., 14, 757~759) 및 기체 형태의 불소 화합물(Liegeois et al., 1982, Non-Cryst. Solids, 117, 247~250; Schneider et al. 1982, Conf.Proc. Eur.Conf.Opt.Fibre Commun. 8th., 36~40) 등을 들 수 있다.
- <66> 특히, O_2 와 함께 CCl_2F_2 , SF_6 , CF_4 , CCl_3F , CClF_3 등(GB.No.2,084,988A 와 FR.No.2,504,514)을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 C_2F_6 , C_3F_8 , $n\text{-C}_4\text{F}_{10}$ 와 같은 불소 화합물(US.Pat.No.4,793,843), 더욱 바람직하게는 C_2F_6 를 사용한다.
- <67> 한편, 코어 중심부의 인덱스 딥 현상은 붕괴 과정시에 발생한 GeO_2 의 휘발에 의해 발생하게 된다. 종래 기술에서는 이러한 인덱스 딥을 붕괴가 진행되지 않는 식각 과정을 통해 제거하고 연이어 석영봉으로 만드는 마지막 붕괴 과정을 거치게 되는데, 이 마지막

붕괴과정에서 다시 한번 GeO_2 의 휘발이 발생하게 되어 코어 중심부에 굴절을 불균일층이 생성되게 된다.

<68> 이러한 코어 중심부의 불균일은 마지막 붕괴 과정시 모재 내경이 작으면 작을수록 그 크기가 작아진다. 따라서, 마지막 붕괴 과정 전에 모재 내경을 최소화하는 것이 상당히 중요하다.

<69> 마지막 붕괴 직전의 내경을 최소화하기 위하여 붕괴 과정시 모재 내경을 작게 하더라도 식각 과정시 내부 유압으로 인하여 모재 내경이 다시 커지게 된다.

<70> 본 발명은 이러한 부작용을 없애기 위하여 붕괴와 식각을 동시에 진행하면서 마지막 붕괴 과정 전 내경을 2 ~ 4 mm로 유지하는 방법을 택하였다.

<71> 일정한 크기의 내경을 유지하기 위해서 본 발명의 일 실시예에서는 내압과 온도를 인자로 하는 붕괴율과, 식각률을 적절히 조절하여 이를 구현하였다.

<72> 특히, 붕괴율은 상기에서 설명한 바와 같이 튜브 표면 온도와 튜브 내부 압력에 의해, 한편 식각율은 식각가스로 쓰이는 C_2F_6 에 대한 O_2 의 유량비로 조절하였다.

<73> 본 발명의 식각 및 붕괴단계에서의 튜브 표면 온도 및 튜브 내부 압력 등은 상기 붕괴 과정(200)에서와 동일하고, 가열열원의 이송속도는 20 mm/s 가 바람직하며, 이로 인한 붕괴율은 상기에서 밝힌 바와 같이, 2.5 ~ 4.5 mm²/s인 것이 바람직하다.

<74> 또한, 식각률을 결정하는 C_2F_6 에 대한 O_2 의 유량비는 바람직하게, 2.5 ~ 30이다. 이 경우, C_2F_6 의 유량은 4 ~ 20 sccm이고, 이에 대응하는 O_2 의 유량은 120 ~ 50 sccm인 것이 바람직하다.

- <75> 모재 내경이 작으면 작을수록 굴절을 불균일은 최소화 또는 제거할 수 있으나 제조 과정 중 미리블음(버블)이 발생할 확률이 상당히 커지게 된다.
- <76> 따라서 본 발명에서는 모재 제조불량을 최소화할 수 있는 2 mm를 하한으로 하였다. 또한, 인선후 최종 광섬유 상태에서 인덱스 덩 현상이 발견되지 않는 4 mm 내외를 상한으로 하였다.
- <77> 이러한 식각 및 붕괴 과정(300a)을 거친 석영 튜브는 다음으로, 마지막 붕괴과정(400)에서 내부의 홀을 없애고 석영봉으로 만들어 광섬유 모재를 제조하게 된다.
- <78> 본 발명의 일 실시예에 의해 인덱스 덩이 제거된 광섬유 모재 코아의 굴절을 도면을 나타낸 것이 도 10이다.
- <79> 이 굴절을 도면은 증착공정이 완료된 석영 튜브의 외경이 33.7 mm인 광섬유 모재를 5회째 붕괴 단계에서 식각가스의 유량비(C_2F_6 에 대한 O_2 의 유량비)를 5.7로 하여 튜브의 내경을 2 mm로 유지하면서 식각을 동시에 진행시켜 6회째 붕괴 단계에서 최종적인 석영봉 형태의 광섬유 모재로 완성된 광섬유 모재의 굴절을 도면이다.
- <80> 이와 비교했을 때 도 9는 종래의 방법에 따라, 5회까지 붕괴가 진행된 튜브 내에 C_2F_6 와 O_2 를 주입시켜 2회에 걸쳐 식각 공정을 진행시킨 후 마지막 붕괴를 실시하여 최종 완성된 광섬유 모재의 굴절을 도면이다. 상기 식각 공정 중에는 붕괴가 진행되지 않았다.
- <81> 상기 언급한 도면에 나타난 바와 같이, 본 발명에서 제안한 붕괴와 식각을 동시에 진행시키는 방법을 실시한 결과, 인덱스 덩이 완전히 제거되었음을 볼 수 있다.

<82> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조로 설명하였다. 여기서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

【발명의 효과】

<83> 본 발명에 따른 수정된 화학기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조 방법에 의하면, 식각과 동시에 붕괴 과정을 수행하여 완성된 광섬유 모재 또는 광섬유의 굴절을 분포에 있어서의 인덱스 딥 현상을 최소화하거나 제거할 수 있고, 이로 인하여 대역폭 및 광특성을 향상시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

수정된 화학기상 증착 방법에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법에 있어서,
클래딩/코어 증착층이 형성되어 있는 광섬유 모재 튜브 내부의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 덩을 최소화 또는 제거하기 위해, 상기 튜브 응축하여 석영봉 형태로 만드는 마지막 붕괴 단계 직전에 식각가스를 튜브 내로 주입하는 식각과, 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴를 동시에 실시하는 식각 및 붕괴 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,
상기 튜브의 내경을 마지막 붕괴 단계 직전에 2 ~ 4 mm 중 어느 일정한 값으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 식각가스는 O_2 와 C_2F_6 의 혼합가스를 사용하고, 튜브 내부 압력은 상압으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 4】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 식각 및 붕괴 단계에서 상기 튜브가 붕괴되는 붕괴율은 2.5 ~ 4.5 mm/s인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 5】

제 3항에 있어서,

상기 C_2F_6 에 대한 상기 O_2 의 유량인 유량비가 2.5 ~ 30인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 6】

제 3항에 있어서,

상기 O_2 의 유량이 50 ~ 120 sccm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 7】

제 3항에 있어서,

상기 C_2F_6 의 유량이 4 ~ 20 sccm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 8】

제 3항에 있어서,

상기 튜브 내부 압력은 0 ~ 10 mmWC인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 9】

수정된 화학기상 증착 방법에 의해 기가비트 이더넷용 다중모드 광섬유의 모재를 제조하는 방법에 있어서,

클래딩 /코어 증착층이 형성되어 있는 광섬유 모재 튜브에 열을 가하여 튜브를 응축시키는 붕괴 단계;

마지막 붕괴 단계 직전에 식각가스를 상기 튜브 내로 주입하여 식각과 붕괴를 동시에 실시하는 식각 및 붕괴 단계; 및

상기 튜브에 열을 가하여 튜브 내부의 빈 공간을 제거하여 석영봉 형태의 광섬유 모재를 생산하는 마지막 붕괴 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 튜브의 내경을 마지막 붕괴 단계 직전에 2 ~ 4 mm 중 어느 일정한 값으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 11】

제 9항 또는 제 10항에 있어서,

상기 식각가스는 O_2 와 C_2F_6 의 혼합가스를 사용하고, 튜브 내부 압력은 상압으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 12】

제 9항 또는 제 10항에 있어서,

상기 식각 및 붕괴 단계에서 상기 튜브가 붕괴되는 붕괴율은 2.5 ~ 4.5 mm/s인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 13】

제 11항에 있어서,

상기 C_2F_6 에 대한 상기 O_2 의 유량인 유량비가 2.5 ~ 30인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 14】

제 11항에 있어서,

상기 O_2 의 유량이 50 ~ 120 sccm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【청구항 15】

제 11항에 있어서,

상기 C_2F_6 의 유량이 4 ~ 20sccm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

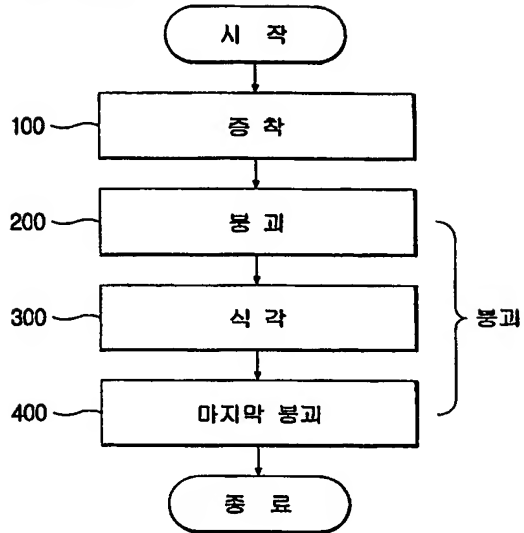
【청구항 16】

제 11항에 있어서,

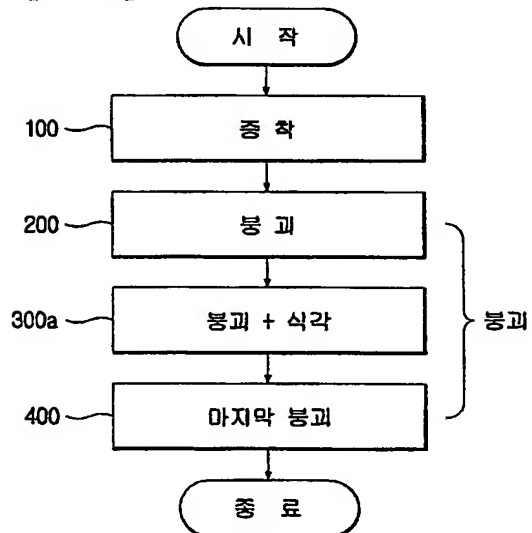
상기 튜브 내부 압력은 0 ~ 10 mmWC인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조 방법.

【도면】

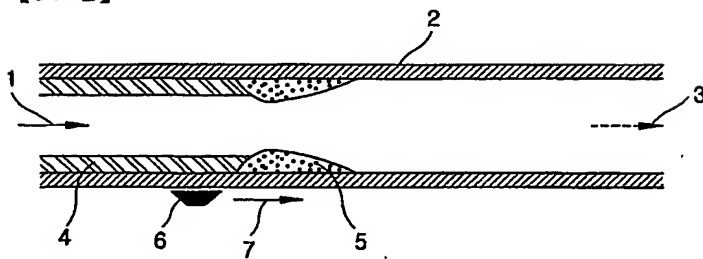
【도 1a】



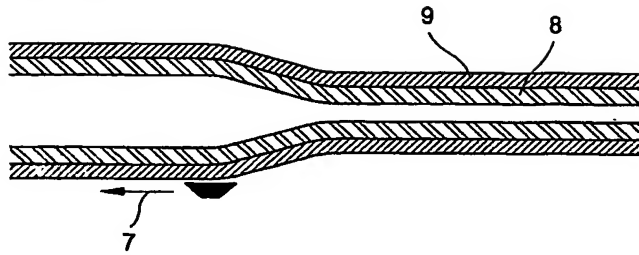
【도 1b】



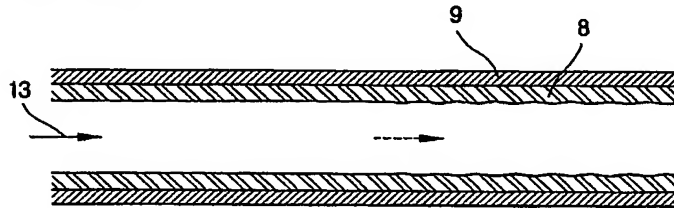
【도 2】



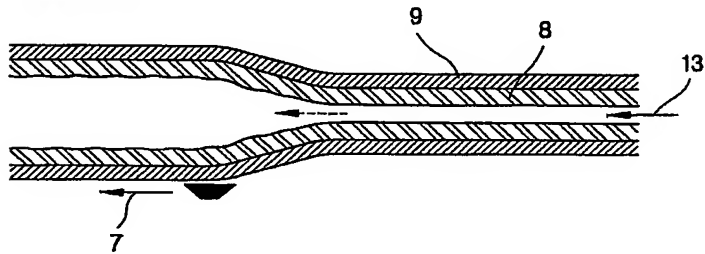
【도 3】



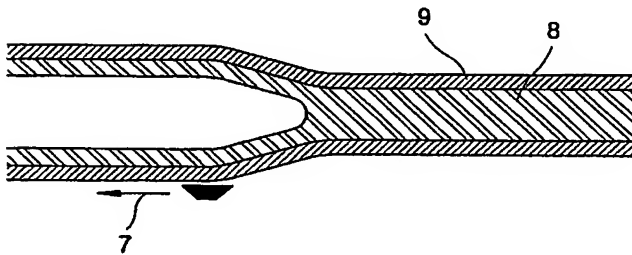
【도 4a】



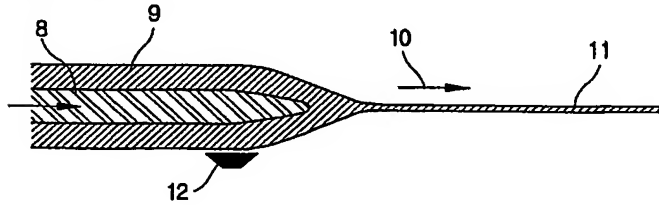
【도 4b】



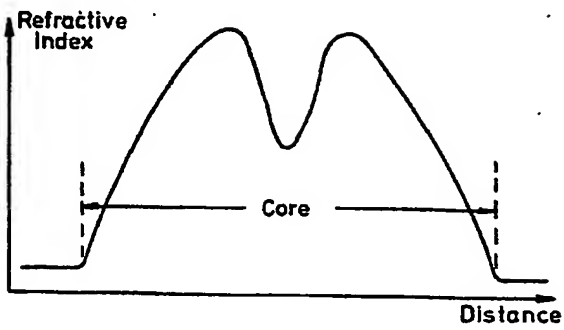
【도 5】



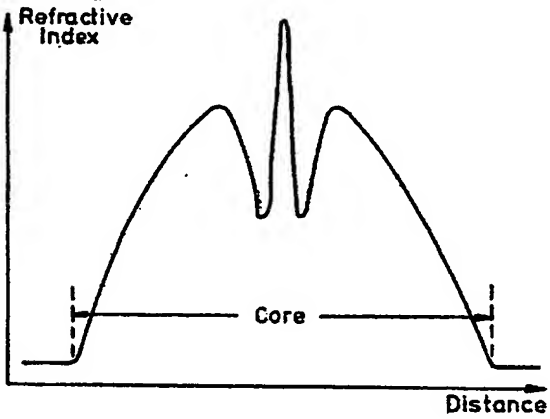
【도 6】



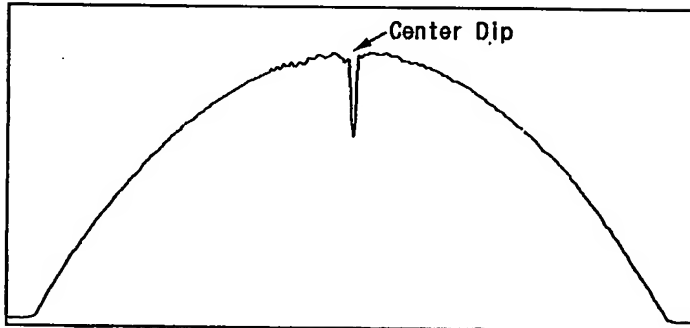
【도 7】



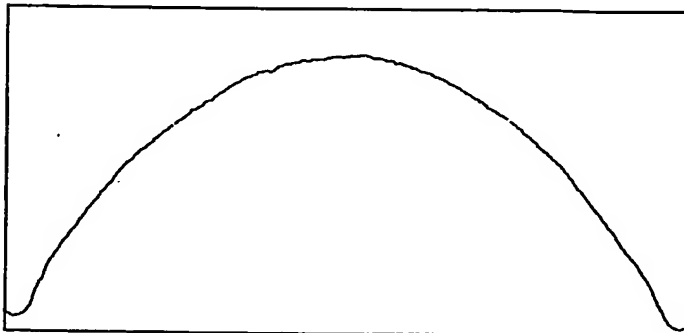
【도 8】



【도 9】



【도 10】



【서지사항】

【서류명】	명세서 등 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.03.25
【제출인】	
【명칭】	엘지전선 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000283-2
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	이상용
【대리인코드】	9-1998-000451-0
【포괄위임등록번호】	2001-018766-3
【대리인】	
【성명】	김상우
【대리인코드】	9-2000-000210-2
【포괄위임등록번호】	2001-018768-8
【대리인】	
【성명】	최용원
【대리인코드】	9-1998-000658-1
【포괄위임등록번호】	2001-018764-9
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0068943
【출원일자】	2002.11.07
【심사청구일자】	2002.11.07
【발명의 명칭】	수정된 화학 기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조 방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-02-0368448-21
【접수일자】	2002.11.07
【보정할 서류】	명세서등
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	별지와 같음
【보정방법】	별지와 같음
【보정내용】	별지와 같음

【취지】

특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정
에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인

이상용 (인) 대리인

김상우 (인) 대리인

최용원 (인)

【수수료】

【보정료】

0 원

【추가심사청구료】

0 원

【기타 수수료】

0 원

【합계】

0 원

【첨부서류】

1. 보정내용을 증명하는 서류_1통

【보정대상항목】 요약

【보정방법】 정정

【보정내용】

화학기상증착방법(MCVD)에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법은 모재 튜브 내벽에 클래딩/코어 증착층을 형성하는 단계와; 상기 증착층이 형성된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 응축시키는 단계와; 클로징 직전의 튜브 내경을 최적화시킬 수 있도록 튜브 내부에 에칭용 반응가스를 주입하면서 연화점 이상으로 가열함으로써 상기 모재 튜브를 식각함과 동시에 응축하는 단계와; 그리고 모재봉을 형성하기 위하여 상기 내경이 최적화된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 클로징하는 단계를 포함하고, 이로 인해, 광섬유 모재의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 딥(index dip)을 최소화시킨다.

이러한 방법에 의하면, 굴절을 분포에 있어서의 인덱스 딥 현상을 최소화하거나 제거할 수 있고, 이로 인하여 광특성 특히 대역폭이나 편광모드분산을 향상시킬 수 있다.

【보정대상항목】 발명(고안)의 명칭

【보정방법】 정정

【보정내용】

수정된 화학기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조방법{Method of Manufacturing an Optical Fiber Preform by MCVD}

【보정대상항목】 식별번호 11

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 8은 종래 기술에 의한 붕괴 공정 후 광섬유 모재 내부에 발생하는 인덱스 피크(Index Peak)를 나타내는 도면,

【보정대상항목】 식별번호 20

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명은 수정된 화학 기상 증착 방법에 의해 광섬유를 제조하는 방법에 관한 것이며, 보다 상세하게는 공정 특성상 발생할 수 밖에 없는 인덱스 딥(Index dip)을 제거하여 최종 제품인 광섬유의 광특성을 크게 향상 시키고, 특히 다중모드 광섬유의 경우 다른 부자재 없이 기가급 전송이 가능하도록 하는 수정화학기상증착에서의 광섬유 모재 제조방법에 관한 것이다.

【보정대상항목】 식별번호 29

【보정방법】 정정

【보정내용】

그러므로, 이러한 낮은 굴절률을 갖는 부분을 식각시키기 위하여 식각 가스를 주입하여 흘러주는 식각공정(300)을 2회 정도 반복한 후, 내부의 홀을 없애고 석영봉 형태로 만드는 마지막 붕괴과정(즉, 클로징 과정)(400)을 거쳐 광섬유 모재를 제조하게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 34**【보정방법】 정정****【보정내용】**

대한민국 등록특허 제10-0315475호(이하, '475호 특허로 약칭함)는 코어/클래딩층 증착과정과, 추가 증착층 형성과정과, 응축과정을 거친 후 튜브 내부를 식각함과 동시에 완전히 함몰시키는 에칭-클로징 과정을 수행하는 방법을 제안하고 있다. '475호 특허는 코어 증착층에 추가 증착층을 형성하여 코어 중심에서의 GeO_2 의 휘발을 방지하고, 붕괴 속도를 향상시키며, 클로징 공정에서 이 추가 증착층을 에칭에 의해 제거한다.

그러나, '475호 특허는 식각공정으로 인한 튜브 내경의 증가로 인해 발생하는 클로징 공정에서 발생하는 추가적인 GeO_2 의 휘발을 최소화하기 위하여, 클로징 공정 전에 에칭과 응축을 동시에 수행하여 튜브의 내경을 최소화하는 방법에 대해서는 언급하고 있지 않다.

【보정대상항목】 식별번호 35**【보정방법】 정정****【보정내용】**

본 발명은 상기와 같은 점에 착안하여 창안된 것으로서, 본 발명의 목적은 코어 중심의 인덱스 딥 현상을 최소화 또는 제거하기 위하여 클로징 공정 직전에 튜브 내경을 최소화하는 광섬유 모재 제조방법을 제공하는데 있다.

【보정대상항목】 식별번호 36

【보정방법】 정정

【보정내용】

상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 화학기상증착방법(MCVD)에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법은 모재 튜브 내벽에 클래딩/코어 증착층을 형성하는 단계와; 상기 증착층이 형성된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 응축시키는 단계와; 클로징 직전의 튜브 내경을 최적화시킬 수 있도록 튜브 내부에 에칭용 반응가스를 주입하면서 연화점 이상으로 가열함으로써 상기 모재 튜브를 식각함과 동시에 응축하는 단계와; 그리고 모재봉을 형성하기 위하여 상기 내경이 최적화된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 클로징하는 단계를 포함하고, 이로 인해, 광섬유 모재의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 딥(index dip)을 최소화시킨다.

상기 클로징 직전의 튜브 내경은 2 ~ 4 mm로 유지하는 것이 바람직하고, 상기 식각 및 응축단계에서 튜브의 붕괴율은 2.5 ~ 4.5 mm²/s인 것이 또한 바람직하다.

또한, 상기 식각 및 응축 단계에서, 상기 식각용 반응가스는 식각가스와 산소의 혼합가스로 이루어지고, 식각가스에 대한 O₂의 유량인 유량비가 2.5 ~ 30인 것이 바람직하다. 이때, 상기 O₂의 유량이 50 ~ 120 sccm이고, 상기 식각가스의 유량이 4 ~ 20 sccm인 것이 또한 바람직하다.

상술한 광섬유 모재 제조방법에서 총 붕괴횟수는 6회이고, 상기 응축단계에서의 붕괴횟수는 4회인 것이 바람직하다.

또한, 상기 응축단계에서, 튜브의 회전속도가 20 ~ 30 rpm이고, 가열 열원의 이송속도가 34 ~ 40 mm/s이며, 튜브의 표면온도가 2000 ~ 2400 °C인 것이 바람직하며, 보다 바람

직하계는 가열 열원의 이송속도가 20 mm/s이다.

또한, 상기 응축단계에서의 산소 유량은 1.2 ~ 2.4 slpm인 것이 바람직하다.

【보정대상항목】 식별번호 37

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 38

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 43

【보정방법】 정정

【보정내용】

도면을 참조하면, 본 발명에 의한 광섬유 모재 제조과정은 증착과정(100)과, 붕괴(응축)과정(200)과, 식각 및 붕괴(응축)과정(300a) 및 마지막 붕괴(클로징)과정(400)으로 구성된다.

이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 광섬유 모재 제조방법을 각 제조공정별로 나누어서 상세히 설명한다.

1. 증착공정(도 2 참조)

【보정대상항목】 식별번호 47

【보정방법】 정정

【보정내용】

튜브 내부를 흐르던 반응기체(1)는 가열되어, 토치(6) 근처에 이르러 반응 온도에 도달하고, 산화 반응으로 인하여 미세한 실리카 입자들이 생성되게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 48

【보정방법】 정정

【보정내용】

생성된 입자들은 상대적으로 온도가 낮은 토치 전방의 튜브 내벽면에 증착되고, 토치(6)가 튜브 전체를 한번 이송함에 따라 한층의 입자 증착층(5)을 얻게 되는데, 원하는 광섬유의 굴절을 분포를 갖기 위해서는 각층마다 반응기체의 조성을 변화시켜 가면서 상기 과정을 수십 번 반복하여 코어/클래딩 증착층(4)을 완성하게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 49

【보정방법】 정정

【보정내용】

2. 응축공정(도 3 참조)

상기 증착공정을 통해 코어/클래딩 증착이 이루어진 석영 튜브는 도 3에 도시된 바와 같이, 외부에서 열을 가하여 튜브를 붕괴시키는 응축 공정(200)을 거치게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 50

【보정방법】 정정

【보정내용】

클래딩(9)/코어(8) 증착층이 형성된 석영 튜브는 원주방향으로 바람직하게는 32 rpm의 속도로 등속회전시킨 상태에서, 튜브의 길이방향을 따라 바람직하게는 34 ~ 40 mm/s의 속도로 이송시키는 토치(6)에 의해, 그 외주면이 증착온도 이상(2000 ~ 2400 ℃)으로 가열되게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 51

【보정방법】 정정

【보정내용】

이와 같은 고온에서 석영 튜브는 내외벽이 둘다 연화점(1600 ℃)에 이르게 되며, 튜브 내외벽의 압력 차이와 표면장력으로 인하여 튜브 내경 방향으로 점성유동이 발생하게 되어 튜브의 내경 및 외경은 점점 줄어들게 된다. 붕괴 공정에서 표면장력은 온도에 따라 미세하게 작아지기는 하나, 200 ~ 400 dyne/cm 의 값 중 상수값을 취하는 것이 일반적이다.

【보정대상항목】 식별번호 53

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명에서의 가열열원의 진행 속도는 34 ~ 40 mm/s를 유지하는 것이 바람직하다. 또한, 석영튜브의 회전 속도는 증착시 회전속도 60 ~ 80 rpm보다는 느린 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 20 ~ 30 rpm으로 설정한다.

【보정대상항목】 식별번호 54

【보정방법】 정정

【보정내용】

이렇게 해서, 튜브 표면온도를 바람직하게 2000 ~ 2400 °C 를 유지하도록 한다.

【보정대상항목】 식별번호 58

【보정방법】 정정

【보정내용】

여기서, 본 발명에 따라 붕괴 속도의 감소를 방지하기 위해 튜브 내부에 열확산 계수(Thermal Diffusivity)가 다른 물질에 비해 상대적으로 높은 불활성 가스(Inert gas)를 유입시켜 튜브 내·외부의 온도차를 최소화하는 것이 바람직하다. 이러한 가스의 예로는 He(헬륨)이나 Ar(아르곤)을 들 수 있을 것이다.

【보정대상항목】 식별번호 59

【보정방법】 정정

【보정내용】

이러한 작업을 수회 반복하여 어느 정도 원하는 튜브의 내경 및 외경을 얻은 후에는 식각 및 응축 단계(300a)를 거치게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 60

【보정방법】 정정

【보정내용】

3. 식각 및 응축공정(도 4b 참조)

붕괴 공정의 횟수는 그 수가 줄어들수록 튜브가 비원형으로 변형될 가능성이 크기 때문에 붕괴 시간의 최소화와 광섬유 모재 형상의 안정성을 고려하여 적절한 횟수를 설정하여야 한다. 본 발명의 바람직한 실시예에서는 총 붕괴 공정 횟수를 6회로 하였다.

【보정대상항목】 식별번호 61

【보정방법】 정정

【보정내용】

이 바람직한 실시예에 따르면, 응축단계는 그 붕괴횟수가 1회에서 4회까지이며, 5회는 식각 및 응축단계이며, 6회는 클로징 단계에 해당될 것이다.

【보정대상항목】 식별번호 63

【보정방법】 정정

【보정내용】

특히, 식각 및 응축과정(300a)에서는 2.5 ~ 4.5 mmf/s의 붕괴율을 유지하는 것이 바람직하다.

【보정대상항목】 식별번호 64

【보정방법】 정정

【보정내용】

식각 및 응축과정(300a)은 상기 붕괴과정 중에 고온에 의한 GeO_2 의 휘발로 인하여 농도가 감소된 코어 중심부의 낮은 굴절률을 갖는 부분을 식각시키기 위하여 식각 가스를 흘려주는 동시에 튜브의 내경을 줄이는 붕괴과정을 동시에 진행시킨다.

【보정대상항목】 식별번호 67

【보정방법】 정정

【보정내용】

한편, 코어 중심부의 인덱스 딥 현상은 붕괴 과정시에 발생한 GeO_2 의 휘발에 의해 발생하게 된다. 종래 기술에서는 이러한 인덱스 딥을 붕괴가 진행되지 않는 식각 과정을 통해 제거하고 연이어 석영봉으로 만드는 마지막 붕괴 과정(즉, 클로징 과정)을 거치게 되는데, 이 마지막 붕괴과정에서 다시 한번 GeO_2 의 휘발이 발생하게 되어 코어 중심부에 굴절을 불균일층이 생성되게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 70

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명은 이러한 부작용을 없애기 위하여 붕괴와 식각을 동시에 진행하면서 마지막 붕괴 과정 전 튜브의 내경을 2 ~ 4 mm로 유지하는 방법을 택하였다.

【보정대상항목】 식별번호 73

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명의 식각 및 응축단계에서의 튜브 표면 온도 및 튜브 내부 압력 등은 상기 응축공정(200)에서와 동일하다. 이때, 가열열원의 이송속도는 20 mm/s 가 바람직하며, 이로 인한 붕괴율은 상기에서 밝힌 바와 같이, 2.5 ~ 4.5 mm³/s인 것이 바람직하다.

【보정대상항목】 식별번호 74

【보정방법】 정정

【보정내용】

또한, 식각률을 결정하는 식각가스(예를 들어, C₂F₆)에 대한 O₂의 유량비는 바람직하게, 2.5 ~ 30이다. 이 경우, 식각가스의 유량은 4 ~ 20 sccm이고, 이에 대응하는 O₂의 유량은 120 ~ 50 sccm인 것이 바람직하다.

【보정대상항목】 식별번호 77

【보정방법】 정정

【보정내용】

4. 클로징 공정(도 5 참조)

이러한 식각 및 붕괴 과정(300a)을 거친 석영 튜브는 다음으로, 마지막 붕괴과정(즉, 클로징 과정)(400)에서 내부의 홀을 없애고 석영봉으로 만들어 광섬유 모재를 제조하게 된다.

【보정대상항목】 식별번호 83

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명에 따른 수정된 화학기상 증착 방법에 의한 광섬유 모재 제조방법에 의하면, 식각과 동시에 붕괴 과정을 수행하여 완성된 광섬유 모재 또는 광섬유의 굴절을 분포에 있어서의 인덱스 딥 현상을 최소화하거나 제거할 수 있고, 이로 인하여 대역폭 및 광 특성을 향상시킬 수 있다.

【보정대상항목】 청구항 1

【보정방법】 정정

【보정내용】

화학기상증착방법(MCVD)에 의해 광섬유의 모재를 제조하는 방법으로서,

모재 튜브 내벽에 클래딩/코어 증착층을 형성하는 단계와;

상기 증착층이 형성된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 융축시키는 단계와;

클로징 직전의 튜브 내경을 최적화시킬 수 있도록 튜브 내부에 에칭용 반응가스를 주입하면서 연화점 이상으로 가열함으로써 상기 모재 튜브를 식각함과 동시에 응축하는 단계와; 그리고

모재봉을 형성하기 위하여 상기 내경이 최적화된 모재 튜브를 연화점 이상으로 가열하여 클로징하는 단계를 포함하고,

이로 인해, 광섬유 모재의 코어 중심부에 존재하는 인덱스 딥(index dip)을 최소화시키는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 2

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 1항에 있어서,

상기 클로징 직전의 튜브 내경을 2 ~ 4 mm로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 3

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 식각 및 응축단계에서, 튜브의 붕괴율이 $2.5 \sim 4.5 \text{ mm}^2/\text{s}$ 인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 4

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 3항에 있어서,

상기 식각 및 응축 단계에서, 상기 식각용 반응가스는 식각가스와 산소의 혼합가스로 이루어지고, 식각가스에 대한 O_2 의 유량인 유량비가 2.5 ~ 30인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 5

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 4항에 있어서,

상기 O_2 의 유량이 50 ~ 120 sccm이고, 상기 식각가스의 유량이 4 ~ 20 sccm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 6

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 2항에 있어서,

총 붕괴횟수가 6회이고, 상기 응축단계에서의 붕괴횟수가 4회인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 7**【보정방법】 정정****【보정내용】**

제 4항에 있어서,

상기 응축단계에서, 튜브의 회전속도가 20 ~ 30 rpm이고, 가열 열원의 이송속도가 34 ~ 40 mm/s이며, 튜브의 표면온도가 2000 ~ 2400 ℃인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 8**【보정방법】 정정****【보정내용】**

제 4항에 있어서,

상기 식각 및 응축단계에서, 가열 열원의 이송속도가 20 mm/s이고, 튜브의 표면온도가 2000 ~ 2400 ℃인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 9**【보정방법】 정정****【보정내용】**

제 7항 또는 제 8항에 있어서,

다중모드 광섬유를 제조하기 위하여, 붕괴시 튜브의 내부 압력을 0 ~ 10 mmWC의 양압으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 10

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 7항 또는 제 8항에 있어서,

단일모드 광섬유를 제조하기 위하여, 붕괴시 튜브의 내부 압력을 음압으로 유지하는 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 11

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 4항에 있어서,

상기 응축단계에서의 산소 유량이 1.2 ~ 2.4 slpm인 것을 특징으로 하는 광섬유 모재 제조방법.

【보정대상항목】 청구항 12

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 13

【보정방법】 삭제

20020068943

출력 일자: 2003/6/12

【보정대상항목】 청구항 14

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 15

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 16

【보정방법】 삭제

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.